



## تأثیر انواع کودهای نیتروژن دار بر کلزا در شرایط کاربرد مواد کمک دهنده

منوچهر حسین پور ثانی آبادی<sup>۱</sup>، حسین زاهدی<sup>۲</sup>، یونس شرقی<sup>۲</sup>، \*سید علی محمد مدرس ثانوی<sup>۳</sup> و

مهرداد مرادی قهدریجانی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، تهران، <sup>۲</sup> استادیار گروه زراعت،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، تهران، <sup>۳</sup> استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران،

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۵

### چکیده

**مسابقه و هدف:** نیتروژن یکی از عوامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی در دنیا می باشد. از طرفی هدر رفت درصد زیادی از کود مصرفی به صورت آبشویی و تبخیر، نیاز به موادی جهت کمک در تأثیر بهتر کودهای نیتروژنه بیشتر روشن می سازد. تحقیقات اثبات کرده اند منابع مختلف نیتروژن در کارایی آن تأثیر معنی داری دارند. در تحقیق حاضر، ژئولیت، پلی مر سوپر جاذب، خاک رس به عنوان موادی کارا در جهت کاهش آبشویی و کپسول های ژلاتینی به عنوان مانعی جهت کاهش تبخیر و تا حدی آبشویی کودهای نیتروژن دار اوره، نترات پتاسیم و سولفات آمونیم مورد مقایسه قرار گرفتند.

**مواد و روش ها:** به جهت بهبود تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن دار بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به صورت گلدانی اجرا شد. تیمارها شامل مواد کمک دهنده در سطوح شاهد، کپسول های ژلاتینی ۸ و ۴ میلی لیتری، ژئولیت (۸ تن در هکتار)، پلی مر سوپر جاذب (۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار) و خاک رس (به میزانی که جهت رسیدن به سطح رس خاک به ۲۵ درصد لازم بود) و کودهای شیمیایی که به ترتیب شامل بدون کاربرد کود، اوره، نترات پتاسیم و سولفات آمونیم بودند. میزان هریک از کودهای شیمیایی بر مبنی رساندن ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص برای تمامی گلدان محاسبه و در دو مرحله تقسیم شد. تمامی تیمارها به صورت خاک کاربرد مورد استفاده قرار گرفتند.

**یافته ها:** در آزمایش حاضر بین سطوح مختلف کود در شرایط عدم استفاده از مواد کمکی، اختلاف معنی داری در تعداد دانه در بوته وجود نداشت. نتایج نشان داد کاربرد کپسول ژلاتینی و اوره و کاربرد خاک رس و عدم استفاده از کود، با اختلاف ۱/۶ گرم بیشترین و کمترین عملکرد را دارا می باشند. کاربرد کپسول ژلاتینی و خاک رس در شرایط کود اوره با اختلاف ۸/۸ درصد بیشترین و کمترین درصد روغن را نشان دادند. کاربرد ژئولیت و خاک رس با اختلاف ۰/۲۱۱ و کاربرد اوره و نترات پتاسیم با اختلاف ۰/۱۷ گرم بیشترین و کمترین عملکرد روغن را نشان داد. همچنین

مشخص شد کودپاشی اوره در شرایط زئولیت و خاک رس توانست مقادیر شاخص سبزینگی را نسبت به شاهد افزایش دهد.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج آزمایش حاضر مشخص شد که استفاده از این مواد به ویژه کپسول‌ها ژلاتینی، می‌تواند به افزایش تأثیر کودهای نیتروژنه کمک شایانی کرده و عملکرد و اجزای عملکرد به ویژه عملکرد روغن کلزا را بهبود بخشد. همچنین در آزمایش حاضر مشخص شد چه در شرایط استفاده از مواد کمک‌دهنده و چه در شرایط عدم استفاده از این مواد کود اوره در جهت برطرف کردن نیاز گیاه به نیتروژن موفق‌تر بود.

**واژه‌های کلیدی:** عملکرد و اجزای عملکرد، کپسول ژلاتینی، نیتروژن، زئولیت

### مقدمه

گل‌دهی را بیشتر کرده و در نتیجه با افزایش آسیمیلاسیون گیاهی عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (۱۱). نترات کلسیم و نترات پتاسیم درصد نیتروژن کمی داشته، کمتر به‌عنوان منبع کود نیتروژن در خاک مصرف می‌شوند و غالباً در محلول‌های غذایی به‌عنوان منابع کلسیم یا پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. بخش زیادی از نیتروژن موجود در بسیاری از کودهای معمول نیتروژن‌دار از جمله اوره، از دسترس گیاه خارج می‌شود و مقدار بازیافت آن کمتر از نصف مقدار به‌کار رفته می‌باشد (۷). در تحقیقی مشخص شد کود اوره در سطح  $200 \text{ kg hec}^{-1}$  نیتروژن خالص، به‌عنوان مؤثرترین منبع و کود نترات آمونیوم در سطح  $250 \text{ kg hec}^{-1}$  در درجه دوم قرار گرفت (۱۰).

زئولیت آلومینوسیلیکاتی با ساختار داربستی است که یون‌های بزرگ و مولکول‌های آب حفرات آن را اشغال کرده و در ساختار آن متحرک می‌باشند به طوری که واکنش‌های تعویض یون و آبدگی آن‌ها، به‌صورت برگشت‌پذیر انجام می‌شود (۹). این ماده معدنی به‌عنوان یک افزودنی مفید خاک در حفظ مواد غذایی خاک، ذخیره آب و افزودن مواد غذایی میکرو به خاک نقش دارد (۴).

استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی یکی از منابع مهم آلودگی محیط زیست به‌شمار می‌روند. زیرا گیاهان به‌ندرت ۲۵ تا ۷۰ درصد از کل این کودها را مورد استفاده قرار می‌دهند (۱). از دست رفتن مواد مغذی و کاهش کارایی آن‌ها در کشاورزی از مسائل مهم در بسیاری از نقاط جهان است (۱۹). به‌طور اخص سرنوشت نیتروژن توجه خاصی را به‌خود جلب کرده است، زیرا نقش مهمی در تولید محصولات ایفا می‌کند و اثرات زیست محیطی آن نیز مورد توجه می‌باشد (۱۹). بخش عظیمی از کودهای نیتروژنه شسته شده و از دسترس گیاه خارج می‌گردند و نترات و نیتريت وارد شده به‌منابع آب می‌تواند روی سلامتی انسان و دام تأثیرگذار باشد (۱۷). همچنین شستشوی نیتروژن باعث کاهش معنی‌داری در تولید و اقتصاد کشاورزی می‌گردد که این مهم مستلزم شناخت راه‌کارهایی است که توان افزایش کارایی کودهای نیتروژن‌دار را داشته باشند. نیتروژن عملکرد را به‌واسطه تأثیر بر مؤلفه‌های رشد مانند تعداد شاخه‌ها افزایش داده و در نتیجه قدرت رشد و نمو گیاه را از طریق افزایش تعداد شاخه‌های گل‌دهنده، وزن کل گیاه، تعداد و وزن خورجین و دانه بالا می‌برد. همچنین نیتروژن دوام سطح برگ بعد از

راهکارهای عملی در راستای افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زراعی کلزا به وسیله استفاده بهینه از کود پردازد.

### مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر مواد بهبود دهنده جذب کود و کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار بر کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر ۱۷ آزاد راه تهران کرج در پاییز ۱۳۹۲ شروع و در پایان بهار ۱۳۹۳ عملیات گلخانه‌ای آن به اتمام رسید. تیمارها شامل مواد ضد آب‌شویی (شاهد  $A_1$ )، کپسول ژلاتینی ۸ میلی‌لیتری ( $A_2$ )، کپسول ژلاتینی ۴ میلی‌لیتری ( $A_3$ )، ژنولیت ( $A_4$ )، پلیمر سوپر جاذب ( $A_5$ ) و رس ( $A_6$ ) و کودهای شیمیایی {شاهد ( $F_1$ )، اوره ( $F_2$ )، نترات پتاسیم ( $F_3$ ) و سولفات آمونیوم ( $F_4$ )} بودند. به همین منظور گلدان‌هایی به ابعاد ۲۵ سانتی‌متر قطر دهانه و ۳۵ سانتی‌متر ارتفاع انتخاب شد. محیط گلخانه در شرایط نور طبیعی از هفتم آبان‌ماه (کاشت) تا ۳۰ اردیبهشت (برداشت) قرار گرفت. داخل گلدان‌ها از مخلوط خاک مزرعه و ماسه به نسبت ۱:۱ استفاده شد (جدول ۱). ژنولیت (از نوع کلینوپتیلولیت (Clinoptilolite)) با در نظر گرفتن  $8 \text{ ton hec}^{-1}$  (جدول ۲)، پلیمر سوپر جاذب (از نوع کلوفونی) با در نظر گرفتن  $100 \text{ kg hec}^{-1}$  و رس با هدف رساندن درصد رس خاک به ۲۵ درصد محاسبه و با خاک گلدان‌هایی که تیمارهای مربوطه را داشتند مخلوط شد. برای ایجاد زهکشی مناسب، سه سوراخ به قطر یک سانتی‌متر ته هر گلدان تعبیه شد. پس از جوانه‌زنی گلدان‌ها بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر کلاس A آبیاری شدند. در هر گلدان شش بذر (رقم هایولا ۴۰۱ تهیه شده از مرکز تحقیقات تهیه نهال و بذر کرج) جهت دستیابی به تراکم ۸۰ بوته در مترمربع پس از ضدعفونی با

به‌کارگیری ژنولیت‌ها در سطوح مختلف صنایع کشاورزی ایران با توجه به خصوصیات منحصر به فرد و فراوانی طبیعی آن‌ها در کشور و استخراج آسان و نهایتاً قیمت اقتصادی مناسب، ممکن می‌باشد (۱۵). در یک آزمایش گلدانی، اضافه کردن ژنولیت به خاک شنی، میزان شستشوی آمونیوم را ۸۶٪ و شستشوی نترات را ۹۹٪ درصد کاهش داد (۱۲). استفاده از ژنولیت به‌طور معنی‌داری در جذب، نگهداری و کاهش آب‌شویی نیتروژن مؤثر بود و هرچه مقدار ژنولیت به‌کار رفته افزایش یافت این تأثیر بیشتر شد (۶). برخی از محققین کاهش آب‌شویی نیتروژن را ناشی از جذب انتخابی آمونیوم در ژنولیت گزارش کردند (۵). تأثیر ژنولیت در جذب و نگهداری آمونیوم توسط محققین گزارش شده است (۸).

سوپرجاذب به صورت ماده خشکی توصیف می‌شود که چندصد برابر وزن خود آب و مواد معدنی محلول در آن جذب کند. این پلیمرها کاربردهای متنوعی یافته‌اند و از مهم‌ترین موارد مصرف آن‌ها در صنایع کشاورزی است (۱۴). برخی مواد نظیر هیدروژل‌های پلیمری سوپرجاذب می‌توانند مقادیر متفاوتی از آب را در خود ذخیره نموده و قابلیت نگهداری و ذخیره‌سازی آب را در خاک افزایش دهند، همچنین باعث کاهش سرعت نفوذ آب در اعماق خاک می‌شوند که این خود موجب کاهش آب‌شویی مواد غذایی می‌شود (۲۰). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد مصرف پلیمر سبب رشد و گل‌دهی بهتر گیاه می‌شود (۱۶). همچنین مشخص شد کاربرد پلیمر سبب افزایش مواد غذایی قابل دسترس گیاه در خاک می‌شود (۳).

با توجه به بررسی منابع صورت گرفته، پیش از این در هیچ تحقیقی از سطوح این آزمایش در قالب تیمار همراه با کود نیتروژنه نامی برده نشده است. لذا تحقیق حاضر در تلاش است به بررسی اثرات اصلی و متقابل کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار و مواد بهبود دهنده جذب بر کلزا پرداخته و در نهایت به ارائه

به عدم بروز افت نیازی به سم پاشی مشاهده نشد. قبل از رسیدن محصول، شاخص فیزیولوژیک وزن بوته اندازه‌گیری شد. پس از مرحله رسیدگی نیز سایر صفات زراعی از قبیل تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف، وزن هزاردانه (به وسیله ترازوی ۰/۰۱ گرم)، عملکرد دانه، درصد روغن (به روش سوکسله (۲)) و عملکرد روغن (حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ‌ها (شاخص سبزیگی) از برگ‌های شماره ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته‌های گلدان استفاده و از طریق دستگاه کلروفیل متر دستی (Soil-Plant Analysis Development (SPAD) 502 Minolta Co., Osaka, Japan) اندازه‌گیری شد.

داده‌های آزمایش از نظر نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شد. مقایسه‌های میانگین داده‌ها به روش آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت و نمودارهای مربوطه به کمک نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد و شستشو با آب مقطر کاشته شدند. طی محاسبه جهت رساندن مقدار نیتروژن کل خاک به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، با توجه به مقدار نیتروژن موجود در کودها، در هر گلدان واجد تیمار کود و کپسول، ۲/۵۲۲ گرم اوره یا ۶/۹۳ گرم سولفات آمونیوم و یا ۱۰/۲۶ گرم نترات پتاسیم در دو مرحله (نیمی از کود اوایل مرحله رویشی و نیمی دیگر اواسط مرحله رویشی) به صورت سرک اعمال شدند. کپسول‌های ژلاتینی ۴ و ۸ میلی‌لیتری (از نوع امگا فلکس ۶۰، شفاف- ساخت شرکت پورابط- ایران) دارای ظرفیت ۰/۴۲ و ۰/۶ گرم اوره، ۰/۶۲ و ۰/۷۷ گرم سولفات آمونیوم و ۰/۵۷ و ۰/۸۴ گرم نترات پتاسیم بودند که با احتساب مقدار کود مورد نیاز، ۶ و ۴ عدد محتوی اوره، ۹ و ۶ عدد محتوی سولفات آمونیوم و ۱۸ و ۱۲ عدد محتوی نترات پتاسیم در زمان اعمال کودها در عمق ۲-۳ سانتی‌متری خاک قرار گرفتند. به غیر از کودهای مذکور کودپاشی دیگری صورت نگرفت. پس از سبز شدن بذرها تنها ۴ بوته در گلدان نگهداری شد. عملیات تنک‌کردن به صورت دستی بود و در طول آزمایش با توجه

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و آب مورد استفاده.

Table 1. Geographical and physicochemical characteristics of the soil and water used.

شن (درصد)	لای (درصد)	رس (درصد)	EC <sub>s</sub> خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	EC <sub>w</sub> آب (دسی‌زیمنس بر متر)	pH <sub>w</sub> آب	SR
Sand	Silt	Clay	(dS/m)	(dS/m)		
71%	20%	9%	1.7	1.4	6.6	7.6
نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل استفاده (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل استفاده (قسمت در میلیون)	آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	مس قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	ماده آلی (درصد)
Total N (%)	Available Phosphorous (ppm)	Available Potassium (ppm)	Available Iron Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Available Zinc (mg.kg <sup>-1</sup> )	Available Copper (mg.kg <sup>-1</sup> )	Available Organic Carbon (%)
0.1	41.6	360	7.1	0.9	0.7	1.28
ارتفاع (متر)	مختصات جغرافیایی		میانگین بارندگی سالانه (میلی‌متر)	AmaxT (°C)	AminT (°C)	
Alt (M)	Geographic coordinates		ARY (mm)			
1276	51° 9'53.11"E	35°44'29.48"N	213	22.7	11.2	

EC<sub>w</sub> and EC<sub>s</sub>: Electrical conductivity of water and soil. SR: واکنش گل اشباع (Soil reaction). Alt: ارتفاع از سطح دریا (Altitude). AmaxT and AminT: میانگین سی ساله دمای بیشینه و کمینه (The average of maximum and minimum temperature). ARY

جدول ۲- درصد ترکیبات شیمیایی موجود در زئولیت مورد استفاده (درصد).

Table 2. Percentage chemical composition of the zeolite (%).

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO
65.00	12.02	3.00	1.08	0.10	2.31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl
1.50	0.04	0.03	0.01	-	-

CEC= 200 meq/100g

### نتایج و بحث

همچنین مشخص شد هیچ یک از تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر وزن هزاردانه و شاخص برداشت ندارند (جدول ۴). محققین اعلام کردند وزن هزاردانه کلزا کمتر به سطوح مختلف نیتروژن پاسخ می دهد که به دلیل همزمانی پر شدن دانه ها با گرم شدن هوا و در نتیجه افزایش معدنی شدن نیتروژن در خاک می باشد (۳۰).

با توجه به داده های حاصل از جدول (۳) اثر تیمارهای مواد ضد آب شویی و کود بر تمامی صفات به جز تعداد دانه و شاخص برداشت معنی دار شد. همچنین اثر تیمار کود بر درصد روغن معنی دار نشد و بر دیگر صفات مورد ارزیابی اثر معنی داری داشت. اثرهای متقابل بین تیماری بر صفات تعداد غلاف، عملکرد دانه، وزن بوته، تعداد دانه، تعداد دانه در غلاف، درصد روغن و شاخص سبزینگی معنی دار شد و بر دیگر صفات مورد ارزیابی اثر معنی داری نداشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد کلزا هایولا ۴۰۱ تحت تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن دار و مواد کمک دهنده.

Table 3. Analysis of variance (mean squares) for the effects of nitrogen fertilizers and auxiliary materials application on the yield and yield components of Canola. var Hayola 401.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	تعداد غلاف Pod number per bushes	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yeild	شاخص سبزینگی SPAD units
تکرار Replication مواد (A)	2	5.4 <sup>n.s</sup>	0.055 <sup>n.s</sup>	0.518 <sup>n.s</sup>	0.718 <sup>n.s</sup>	5.28 <sup>n.s</sup>	31.3 <sup>n.s</sup>	4.76 <sup>n.s</sup>	0.017 <sup>n.s</sup>	228.5*
بهبوددهنده Auxiliary materials	5	248.4**	0.305*	8.938*	<sup>n.s</sup> 0.767	50.2 <sup>n.s</sup>	61.9*	29.03**	0.075*	216.1*
کود (F) Fertilizers	3	577.5**	0.579**	9.527**	0.543 <sup>n.s</sup>	38.3 <sup>n.s</sup>	113.9**	16.07 <sup>n.s</sup>	0.099**	332.3**
A*F	15	735.4**	0.279*	4.234*	0.469 <sup>n.s</sup>	29.9 <sup>n.s</sup>	144.7**	16.10**	0.029 <sup>n.s</sup>	109.7**
خطا	46	23.9	0.121	2.170	0.335	32.7	22.1	6.54	0.024	52.5
CV (%)		16.7	11.8	15.8	13.2	17.7	18.0	8.1	16.8	17.2

اما کاربرد اوره در شرایط زئولیت بالاترین عملکرد دانه را به وجود آورد. در تحقیقی مشخص شد کاربرد توأم کلینوپتیلولیت (زئولیت) و کود اوره باعث می شود با مصرف کمتر کود اوره، عملکرد بالاتری

عملکرد دانه و اجزای عملکرد:  $A_2 \times F_2$  بیشترین عملکرد دانه را نشان داد که نسبت به  $A_1$  و  $A_6 \times F_1$  و  $F_3$  (کمترین مقادیر)  $1/6$  گرم بیشتر بود (جدول ۴). در شرایط  $A_3$ ، کودپاشی  $F_4$  کمترین مقدار را دارا بود

توانایی خاک را برای جذب، نگهداری و در نهایت آزادسازی تدریجی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن افزایش می‌دهد (۱۸). در آزمایش حاضر بین سطوح مختلف کود در شرایط عدم استفاده از مواد کمکی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

$A_2$  در شرایط شاهد کود و اوره با اختلاف ۴ برابر بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را نشان داد و در شرایط سوپر جاذب، کاربرد سولفات آمونیوم مقادیر این صفت را نسبت به شاهد با اختلاف ۱۲ عدد افزایش داد. محققین گزارش کردند در شرایط کاربرد  $150 \text{ kg hec}^{-1}$  کود شیمیایی نیتروژن‌دار بیشترین تعداد دانه در نیام به‌دست آمد (۲۸).

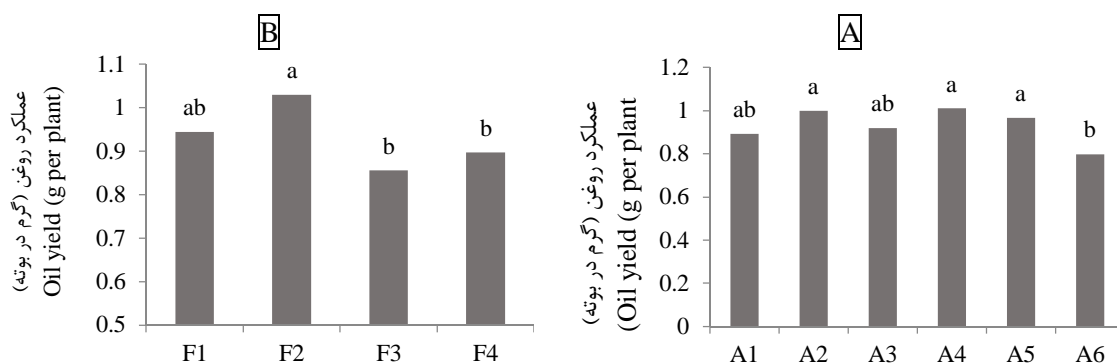
$A_2$  و  $A_6$  در شرایط شاهد کود با اختلاف ۸/۸ بیشترین و کمترین درصد روغن را نشان دادند (جدول ۴). در شرایط رس بین سطوح مختلف کود در اکثر موارد اثر معنی‌داری وجود نداشت. درصد روغن دانه در اثر افزایش مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد (۲۸). تأخیر در رسیدگی گیاه و طولانی شدن دوره رشد ناشی از مصرف نیتروژن، به‌عنوان یک دلیل مهم برای کاهش درصد روغن دانه کلزا در واکنش به مصرف نیتروژن مطرح شده است (۱۳). کاربرد ژئولیت و رس با اختلاف ۰/۲۱۱ گرم در گیاه بیشترین و کمترین عملکرد روغن را نشان دادند. کپسول ژلاتینی ۸ میلی‌لیتری و سوپر جاذب با رس اختلاف معنی‌داری را نشان دادند؛ اما کپسول ژلاتینی ۴ میلی‌لیتری و شاهد اختلاف معنی‌داری را با رس نشان ندادند (شکل ۱. A). گزارش شده است با افزایش مصرف ژئولیت مقادیر عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد (۲۹).

به‌دست آید. همچنین میزان شستشو و از دست دادن نیتروژن به‌شکل نترات نیز کاهش پیدا کرد (۲۱).

$A_2$  در شرایط کودپاشی اوره و عدم کودپاشی با اختلاف بیش از ۵ برابر بیشترین و کمترین تعداد غلاف را نشان داد (جدول ۴). در همین سطح ( $A_2$ ) تمامی سطوح کودپاشی نسبت به شاهد مقادیر این صفت را افزایش دادند. تأمین نیتروژن بیشتر برای گیاه از طریق کود نیتروژن‌دار باعث افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه شده که نتیجه آن افزایش تعداد خورجین در واحد سطح می‌باشد (۲۷). افزایش تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین و در نهایت عملکرد دانه به‌واسطه افزایش نیتروژن مصرفی گزارش شده است (۲۳).

$A_2 \times F_2$  و کودپاشی  $F_1$  و  $F_3$  در شرایط رس بیشترین و کمترین مقادیر وزن بوته را نشان دادند که با یکدیگر ۵/۹۹ گرم اختلاف داشتند (جدول ۴). در شرایط ژئولیت، کاربرد کود اوره نسبت به شاهد وزن بوته را افزایش داد و در شرایط کپسول ۴ میلی‌لیتری  $F_3$  نسبت به  $F_4$  مقادیر این صفت را بیش از ۲۵ درصد افزود. به‌نظر می‌رسد مصرف ژئولیت از طریق افزایش CEC خاک (۱۸) و قابلیت جذب و نگهداری آمونیوم (۲۱) مانع از هدرروی نیتروژن می‌شود. رابطه خطی بین وزن بوته و نیتروژن نشان‌دهنده تمایل گیاه کلزا به بروز عادت رشدی نامحدود در شرایطی است که محدودیتی از نظر عناصر غذایی ضروری و همچنین تنش دمای بالا وجود ندارد (۱۳).

در آزمایش حاضر کاربرد  $A_2$  و  $A_5$  در شرایط  $F_2$  با اختلاف ۳۹۵ عدد بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته را نشان دادند (جدول ۴). در شرایط  $A_5$  و  $A_6$  کودپاشی اوره کمترین مقادیر و در شرایط  $A_2$  و  $A_4$  کاربرد اوره بالاترین میزان را داشت. ژئولیت با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منحصر به‌فرد خود



شکل ۱- تأثیر کاربرد مواد کمک دهنده (A) و کودهای شیمیایی نیتروژن دار (B) بر عملکرد روغن کلزا. مواد کمک دهنده A<sub>1</sub>: شاهد، A<sub>2</sub>: کپسول ژلاتینی ۸ میلی لیتری، A<sub>3</sub>: کپسول ژلاتینی ۴ میلی لیتری، A<sub>4</sub>: زئولیت، A<sub>5</sub>: پلیمر سوپر جاذب و A<sub>6</sub>: رس و کودهای شیمیایی F<sub>1</sub>: شاهد، F<sub>2</sub>: اوره، F<sub>3</sub>: نترات پتاسیم و F<sub>4</sub>: سولفات آمونیوم.

Figure 1. Effect of auxiliary materials application (A) and nitrogen fertilizers (B) on Canola oil yield. Auxiliary materials A<sub>1</sub>: Control level, A<sub>2</sub>: 8 mL gelatin capsules, A<sub>3</sub>: 4 mL gelatin capsules, A<sub>4</sub> zeolite, A<sub>5</sub>: super absorbent polymer and A<sub>6</sub>: clay. And chemical fertilizers, including F<sub>1</sub>: Control, F<sub>2</sub>: Urea, F<sub>3</sub>: Potassium Nitrate and F<sub>4</sub>: ammonium sulfate.

نیز تأثیر معنی دار افزایش نیتروژن مصرفی را بر شاخص سبزیگی گزارش کرده اند (۳۱).

### نتیجه گیری کلی

استفاده از کپسول ژلاتینی ۸ میلی لیتری و ژئولیت توانست عملکرد و اجزای عملکرد کلزا را بیش از سایرین افزایش دهد. همچنین مشخص شد اثر متقابل تیمارها اثر معنی داری بر اکثر صفات مورد بررسی دارد که در این میان اثر متقابل کپسول ژلاتینی ۸ میلی لیتری و کود اوره بیش از سایرین عملکرد و برخی از اجزای عملکرد را افزود. لذا در شرایط کودپاشی می توان با کاربرد مواد ضد آب شویی، نیتروژن قابل استفاده گیاه کلزا را افزایش داد به نظر می رسد این افزایش از طریق کاهش شستشوی نیتروژن و تبخیر آن باشد.

کاربرد کود اوره (بدون اختلاف معنی داری با شاهد) و نترات پتاسیم با اختلاف ۰/۱۷ گرم بیشترین و کمترین عملکرد روغن را نشان دادند (شکل ۱. B). اگرچه مصرف زیاد کود اوره درصد روغن دانه را کاهش می دهد، اما افزایش محصول دانه از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح که ناشی از فراهمی نیتروژن است، معمولاً این کاهش را جبران کرده و موجب افزایش عملکرد روغن می شود (۲۲).  
شاخص سبزیگی: کودپاشی اوره و نترات پتاسیم در شرایط A<sub>2</sub> توانست مقادیر این صفت را نسبت به شاهد افزایش دهد. بیشترین مقادیر این صفت در شرایط A<sub>2</sub> و اوره به دست آمد که نسبت به کاربرد همین کود در شرایط ژئولیت (کمترین مقادیر) ۲۵ واحد بیشتر بود (جدول ۴). یانگ و همکاران (۲۰۰۳)

جدول ۴- مقایسه‌های میانگین برخی صفات کلزا هایولا ۴۰۱ در شرایط اثر متقابل مواد ضد آب‌شویی و کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار.

Table 4. Mean comparison of interactions nitrogen fertilizers and auxiliary materials application on Canola.

		تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (گرم در بوته)	عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته)	تعداد دانه در غلاف	درصد روغن Oil percentage	شاخص سبزی‌نگی SPAD units
		Pod number per bushes	Grain yield (gr per plant)	Biological yield (gr per plant)	Number of seed per pod		
A1	F1	30 c-f	3.0 b-g	8.3 def	26 c-g	33.3 a-e	30 hi
	F2	31 c-f	b-g 3.0	9.9 b-f	24 d-h	33.6 a-d	43 a-g
	F3	18 ij	2.2 g	8.1 def	33 bc	28.7 gh	41 a-h
	F4	28 d-g	b-g 3.0	9.9 b-f	25 d-h	29.3 ef	51 ab
A2	F1	16 j	2.7 c-g	8.5 def	42 a	36.4 a	35 f-i
	F2	54 a	3.9 a	13.7 a	16 i	31.7 b-f	53 a
	F3	20 g-j	2.7 c-g	10.3 b-e	31 b-e	33.3 a-e	51 ab
	F4	25 e-i	3.0 b-g	9.6 b-f	29 b-f	28.4 gh	43 a-g
A3	F1	27 d-g	3.1 b-d	9.2 c-f	29 b-f	31.4 b-f	35 f-i
	F2	32 b-e	3.0 b-g	9.5 b-f	22 fgh	34.3 ab	45 a-f
	F3	37 bc	3.0 b-g	11.6 ab	20 gh	27.8 gh	49 a-b
	F4	20 g-j	2.5 efg	8.6 def	29 b-f	34.6 ab	48 a-c
A4	F1	21 g-j	3.0 b-f	7.9 ef	36 ab	33.4 a-e	32 g-i
	F2	30 c-f	3.2 bc	10.4 bcd	26 c-g	34.0 abc	28 i
	F3	22 f-j	2.7 c-g	8.3 def	28 c-f	33.0 a-e	41 a-g
	F4	25 e-j	3.0 b-f	8.3 def	26 c-g	34.7 ab	34 f-i
A5	F1	39 b	3.1 b-e	9.9 b-f	19 gh	32.0 b-f	46 a-e
	F2	26 e-i	3.1 b-d	9.2 c-f	22 f-h	30.0 c-f	48 a-c
	F3	35 b-d	3.4 b	11.2 bc	20 gh	29.6 d-f	40 d-h
	F4	20 g-j	3.0 b-g	9.1 c-f	31 b-e	31.5 b-f	37 c-i
A6	F1	28 d-g	2.3 g	7.7 f	23 f-h	27.6 h	36 d-i
	F2	19 h-j	3.0 b-g	8.8 d-f	30 b-e	28.29 fgh	51 ab
	F3	27 e-h	3.0 b-g	7.7 f	26 c-g	29.0 fgh	42 a-h
	F4	37 bc	2.4 f-g	8.3 def	17 hi	31.3 b-f	47 a-e

اعداد با حروف مشابه در هر ستون از هر بخش بر اساس آزمون LSD ( $P < 0.05$ ) اختلاف معنی‌داری ندارد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to LSD test,  $P \leq 0.05$ .

### منابع

- Allison, F.E. 1996. The fate of nitrogen applied to soils. *Adv. Agron.*, 18: 291-258.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA. 15<sup>th</sup> Ed. Pp: 770-771.
- Arabi, Z. 2015. Effect of irrigation and Super-absorbent hydrogels on morphological characteristics, yield and essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.). *EJCP.*, 8(4): 51-66. (In Persian)
- Ayan, S., Yahyaoglu, Z., Gercek, V., and Sahin, A. 2005. Utilization of zeolite as a substrate for containerized oriental spruce (*Picea orientalis* L.) seedlings propagation. *Proceeding of International Symposium on Growing Media*. INRA-INH-University d' Angers, 4-10. Angers, France.
- Bigelow, C.A., Bowman, D.C., and Cassel, D.K. 2003. Inorganic soil amendment limit nitrogen leaching in newly constructed sand-based putting green rooting mixture. *USGA Turf grass. Environ. Res.*, 2(24): 1-7.
- Bigelow, C.A., Bowman, D.C., Cassel, D.K., and Rufty, T.W. 2001. Creeping bent grass response to inorganic soil amendments and mechanically induced subsurface drainage and aeration. *Crop. Sci.*, 41: 797-805.
- Boswell, J., Russ, M., and Simons, M. 1985. *Waikato Small Lakes: Resource Statement*. Hamilton, Waikato Valley Authority. 130p.
- Dolabridze, N., Tsitsishvili, G., Tsitsishvili, V., Alelishvili, M., and Khazardze, N. 2002. Regeneration of clinoptilolite and phillipsite used for treatment of ammonia-containing



- water. Pp: 81-82. In: Misaelides, P. (ed.) 6<sup>th</sup> International conference on the occurrence, properties and utilization of natural zeolites. Greece.
9. Franz, C.H. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta. Hort., 132: 203-215.
  10. Golchin, A., and Jalili, F. 2003. Evaluate the effect of nitrogen fertilizers and sources on onion yield and its nitrogen value. Proceedings of the Eighth International Congress of Soil Science, Rasht.
  11. Grant, C.A., and Bailey, L.D. 1993. Fertility management in canola production. Can. J. Plant Sci., 73: 651-670.
  12. Huang, Z.T., and Petrovic, A. 1994. Clioptilolite zeolite influence on nitrate leaching and use efficiency in simulated sand base golf greens. J. Environ. Qual., 23: 1190-1194.
  13. Jackson, G.D. 2000. Effect of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agron. J., 92: 644-649.
  14. Kabiri, A. 2005. Introduction and application of super absorbent hydrogels, the third training course and seminar on agricultural applications of superabsorbent hydrogels. Iran Polymer and Petrochemical Institute.
  15. Kazemian, H. 2002. Zeolite science in Iran: a brief review. In: Misaelides, P. (Ed.), Zeolite '02, 6th Int. Conf. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolite. Thessaloniki, Greece, June 3-7, Pp: 162-163.
  16. King, J., Lenk, E.V., and Botstein, D. 1973. Mechanism of head assembly and DNA encapsulation in salmonella phage P22. II. morphogenetic pathway. J. Mol. Biol., 80(4): 697-731.
  17. Mansouri, A., and Lurie, A.A. 1993. Concise review: methemoglobinemia. Am. J. Hematol. 42: 7-12.
  18. Mohammad, M.J., Karam, N.S., and Al-Lataifeh, A. 2004. Response of cotton grown in a zeolite containing substrate to different concentrations of fertilizer solution. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 35: 2283-2297.
  19. Mosier, A.R., Syers, J.K., and Freney, J.R. 2004. Agriculture and the Nitrogen Cycle: Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment. Washington DC, USA: Island Press.
  20. Mousavinia, S.M. 2005. 200 A superabsorbent material effect on reducing the amount of cold water and some sports turf characteristics. Specialized training courses and seminars on agricultural use of superabsorbent: 1-18.
  21. Mumpton, F.A. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 96: 3463-3470.
  22. Narrange, R.S., and Gill, M.S. 1993. Effect of irrigation and nitrogen management on root-growth parameters, N use and seed yield response of Gobhi sarson (*Brassica napus* subsp. *oleifera* var. *Annua*). Indian J. Agr. Sci., 62(3): 179-186.
  23. Noorullah Khan, K., Amanullah Jan, K., Ihsanullah, I., Ahmad Khan, J., and Naeem Khan. S. 2002. Response of canola to nitrogen and sulphur nutrition. Asian. J. Plan. Sci., 1(5): 516-518.
  24. NRC. 1978. Nitrates: An Environmental Assessment, Report 0-309-02785-3. USA Washington, DC: National Academy of Sciences.
  25. Nuttal, W.F., Ukrainetz, H., Stewart, J.W.B., and Spurr, D.T. 1987. The effect of nitrogen, sulphur and boron on yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L. and *B. campestris* L.). Can. J. Soil Sci., 67: 545-559.
  26. Peng, S., Cassman, K.G., and Kropff, M.J. 1995. Relationship between leaf photosynthesis and nitrogen content of field-grown rice in the tropics. Crop Sci., 35: 1627-1630.
  27. Rathke, G.W., Behrens, T., and Dipenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Agric. Ecosyst. Environ., 117: 80-108.

28. Seyed Sharifi, R., Seyedi, M.N., and Zaeifizadeh, M. 2011. Influence of various levels of nitrogen fertilizer on grain yield and nitrogen use efficiency in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *J. Crop. Improv.*, 13(2): 51-60. (In persian)
29. Shirani Rad, A.H., Taherkhani, T., Moradiaghdam, A., Nazarigolshan, A., and Eskandari, K. 2011. Effect of nitrogen and Zeolite Amounts on Agronomic Traits in Water deficit Stress Condition. *J. Crop. Ecophysio.*, 3(2): 125-135. (In persian)
30. Svecnjak, Z., and Rengel, Z. 2006. Canola cultivars differ in nitrogen utilization efficiency at vegetative stage. *Field Crop. Res.*, 97: 221-226.
31. Yang, W.H., Peng, S., Huang, J., Sanico, A.L., Buresh, R.J., and Witt, C. 2003. Using leaf color charts to estimate leaf nitrogen status of rice. *Agron. J.*, 95: 212-217.